

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-029654

(43)Date of publication of application : 31.01.2003

(51)Int.Cl.

G09F 9/00

G09F 9/33

H01L 33/00

(21)Application number : 2001-211255

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 11.07.2001

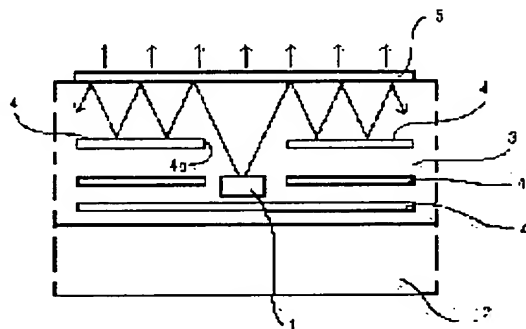
(72)Inventor : TOMOTA KATSUHIRO
OHATA TOYOJI

(54) DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize display improved in beautiful appearance by expanding a light emitting area by means of a light emitting element.

SOLUTION: In the display device, wherein light emitting elements are arrayed at intervals and a surface is conversed with a sealing agent, a light scattering function is applied to the sealing agent. For applying the light scattering function, a method such as a method for providing the sealing agent with a reflecting mirror and a half mirror, a method for distributing the fine particles of a refraction factor different from that of the sealing agent over the relevant sealing agent or a method for forming air bubbles while distributing them over the sealing agent is adopted. By applying the light scattering function to the searing agent, the light emitting area by the light emitting element is practically expanded and becomes almost the same size as an array pitch of light emitting elements, for example.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 27.09.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-29654
(P2003-29654A)

(43)公開日 平成15年1月31日(2003.1.31)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
G 0 9 F 9/00	3 1 3	G 0 9 F 9/00	3 1 3 5 C 0 9 4
9/33		9/33	Z 5 F 0 4 1
H 0 1 L 33/00		H 0 1 L 33/00	N 5 G 4 3 5

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2001-211255(P2001-211255)

(22)出願日 平成13年7月11日(2001.7.11)

(71)出願人 000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川6丁目7番35号
(72)発明者 友田 勝寛
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 大畑 豊治
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(74)代理人 100110434
弁理士 佐藤 勝

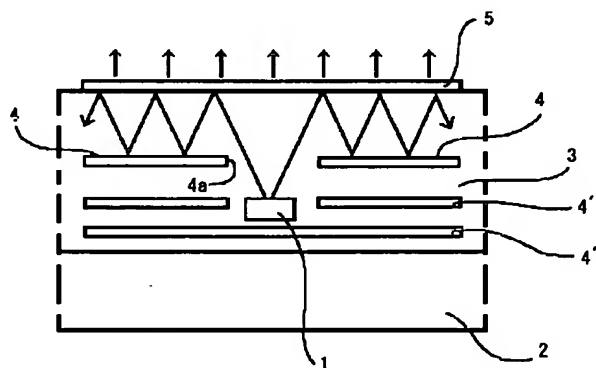
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表示装置

(57)【要約】

【課題】 発光素子による発光領域を拡大することを可能とし、美観に優れた表示を実現する。

【解決手段】 発光素子が離間して配列され、その表面が封止材で覆われてなる表示装置である。封止材には光拡散機能が付与されている。光拡散機能を付与するには、封止材に反射ミラー及びハーフミラーを設ける方法、封止材に当該封止材とは屈折率の異なる微粒子を分散する方法、封止材に気泡を分散形成する方法などの手法を採用する。封止材に光拡散機能を付与することにより、発光素子による発光領域が実質的に拡大され、例えば発光素子の配列ピッチと同程度の大きさとなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光素子が離間して配列され、その表面が封止材で覆われてなる表示装置において、前記封止材に光拡散機能が付与されていることを特徴とする表示装置。

【請求項2】 上記封止材に反射ミラー及びハーフミラーを設けることにより上記光拡散機能が付与されていることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項3】 上記ハーフミラーの反射率及び透過率を調整することにより、画素の大きさが調整されていることを特徴とする請求項2記載の表示装置。

【請求項4】 上記ハーフミラーに凹凸が形成されていることを特徴とする請求項2記載の表示装置。

【請求項5】 上記封止材に当該封止材とは屈折率の異なる微粒子を分散することにより上記光拡散機能が付与されていることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項6】 上記封止材に気泡を分散形成することにより上記光拡散機能が付与されていることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項7】 上記発光素子は、先細り形状となる先端部を有し、これとは反対側の底面から光が取り出されることを特徴とする請求項1記載の表示素子。

【請求項8】 上記先端部は、円錐形状または多角錐形状であることを特徴とする請求項7記載の表示素子。

【請求項9】 上記発光素子は、窒化物半導体を用いた半導体素子であることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項10】 赤色発光素子、緑色発光素子及び青色発光素子が配列され、これら3つの発光素子から発光される3色の光が上記光拡散機能により混色されることを特徴とする請求項1記載の表示素子。

【請求項11】 上記発光素子は、拡大転写により離間して配列されていることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項12】 上記拡大転写は二段階拡大転写であることを特徴とする請求項11記載の表示装置。

【請求項13】 上記発光素子は、樹脂で固められた樹脂形成チップの状態で配列されていることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項14】 発光素子が離間して配列され、その表面が封止材で覆われてなる表示装置において、前記封止材にフォトニック結晶としての性質が付与されていることを特徴とする表示装置。

【請求項15】 上記封止材に気泡が周期的に形成され、フォトニック結晶としての性質が付与されていることを特徴とする請求項14記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、発光素子が離間して配列される表示素子に関するものであり、特に、光拡

散機能を付与することにより発光領域を拡大した表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 発光素子をマトリクス状に配列して画像表示装置に組み上げる場合には、従来、液晶表示装置（LCD: Liquid Crystal Display）やプラズマディスプレイパネル（PDP: Plasma Display Panel）のように基板上に直接素子を形成するか、あるいは発光ダイオードディスプレイ（LEDディスプレイ）のように単体のLEDパッケージを配列することが行われている。例えば、LCD、PDPの如き画像表示装置においては、素子分離ができないために、製造プロセスの当初から各素子はその画像表示装置の画素ピッチだけ間隔を空けて形成することが通常行われている。

【0003】 一方、LEDディスプレイの場合には、LEDチップをダイシング後に取り出し、個別にワイヤーボンドもしくはフリップチップによる bumps 接続により外部電極に接続し、パッケージ化することが行われている。この場合、パッケージ化の前もしくは後に画像表示装置としての画素ピッチに配列されるが、この画素ピッチは素子形成時の素子のピッチとは無関係である。

【0004】 発光素子であるLED（発光ダイオード）は高価である為、1枚のウエハから数多くのLEDチップを製造することによりLEDを用いた画像表示装置を低コストにできる。すなわち、LEDチップの大きさを従来約300 μ m角のものを数十 μ m角のLEDチップにして、それを接続して画像表示装置を製造すれば画像表示装置の価格を下げるができる。そこで各素子を集積度高く形成し、各素子を広い領域に転写などによって離間させながら移動させ、画像表示装置などの比較的大きな表示装置を構成する技術が有り、例えば米国特許第5438241号に記載される薄膜転写法や、特開平11-142878号に記載される表示用トランジスタアレイパネルの形成方法などの技術が知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記のように発光ダイオードを離間して配列した表示装置においては、各画素を構成する発光ダイオードの発光領域が配列ピッチに比べて著しく小さいので、画面を観察したときに各発光ダイオードが輝点として目立ってしまい、画像品位を大幅に損なうという問題がある。画面全体が平均すると適正な明るさであっても、発光ダイオードが小さいとその部分だけが眩しく映り、美観に優れた表示は難しい。

【0006】 本発明は、このような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、発光素子による発光領域を拡大することが可能で、美観に優れた表示が可能な表示装置を提供することを目的とする。また、発光素子の形状に起因する光放射特性を緩和することが可能で、視野角に対する均一性を向上することが可能な表示装置を提供す

ることを目的とする。さらに、光取り出し効率を向上したり、画素の大きさを自由に設定したりすることが可能な表示装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、本発明の表示装置は、発光素子が離間して配列され、その表面が封止材で覆われてなる表示装置において、前記封止材に光拡散機能が付与されていることを特徴とするものである。光拡散機能を付与するには、封止材に反射ミラー及びハーフミラーを設ける、封止材に当該封止材とは屈折率の異なる微粒子を分散する、封止材に気泡を分散形成するなどの手法を採用すればよい。

【0008】上記封止材に光拡散機能を付与することにより、発光素子による発光領域が実質的に拡大され、発光素子の配列ピッチと同程度の大きさとなる。その結果、発光素子が輝点として目立つことがなくなり、画面全体が光って見え、美観に優れた表示が実現される。また、光拡散機能を付与する手法毎に様々な利点が発現される。例えば、反射ミラーとハーフミラーの組み合わせにおいて、ハーフミラーの反射率、透過率を調整することで、画素の大きさが自由に設定される。また、屈折率の異なる微粒子や気泡を分散することで、発光素子の形状などに起因する光放射方向特性が緩和され、視野角に対する均一性が向上する。さらに、これら微粒子や気泡を特定の周期性に従って形成すれば、フォトニック結晶としての性質が発現され、光取り出し効率が向上する。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明を適用した表示装置について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0010】本発明の表示装置は、例えば発光ダイオードなどの発光素子を基板上にマトリクス状に配列し、これらを選択的に駆動して画像の表示を行なうものである。発光素子は、離間して配列されており、配列ピッチは各発光素子の大きさよりも大きい。また、発光素子の表面は、封止材によって覆われ保護されている。このように発光素子を離間して配列した場合、そのままでは画面を観察したときに各発光素子が輝点として目立ってしまう。そこで、本発明では、発光素子を覆う封止材に光拡散機能を付与し、これを解消している。光拡散機能を付与するための具体的構成としては、種々の構成が挙げられるが、先ず、これら光拡散機能を付与するための基本的な構成例について説明する。

【0011】図1は、反射ミラーとハーフミラーの組み合わせにより光拡散機能を付与した例を示すものである。発光素子1は基板2上に実装されており、その表面は封止材3で覆われている。本例では、発光素子1の光取り出し側近傍に反射ミラー4を配するとともに、封止材3の表面にハーフミラー5を形成し、これら反射ミラー4とハーフミラー5間で反射を繰り返すことにより発光素子1からの光が面内方向で広がるようにしている。

【0012】上記反射ミラー4は、上記発光素子1の光取り出し面1aよりもやや前方に設けられ、発光素子1に対応して開口部4aが形成されている。なお、反射ミラー4は、必ずしも発光素子1の光取り出し面1aより前方に設ける必要はなく、開口部4aと同じ位置（図中4'で示す位置）でもよいし、開口部4aの後方（図中4''で示す位置）であってもよい。特に、反射ミラー4を開口部4aの後方に配置するようにすれば、反射ミラー4に開口部を設けなくともよく、この場合、発光素子1の裏面側への光も一部取り出すことができるので、効率を向上することができる。ハーフミラー5は、上記反射ミラー4と対向して封止材3の最表面に形成されているが、上記反射ミラー4のように開口部は設けられていない。このように構成すると、発光素子1から発せられた光は、先ず、上記ハーフミラー5に照射され、一部はそのまま透過し、残りの光はハーフミラー5によって反射される。ハーフミラー5で反射された光は、反射ミラー4によって反射され、再びハーフミラー5に照射される。すると、一部はそのまま透過し、残りの光は反射される。これを繰り返すことにより、発光素子1の光は面内方向に拡大され、画素サイズが拡大される。

【0013】この様子を示すのが図2である。上記反射ミラー4とハーフミラー5によって発光素子1の光を拡大することにより、図中斜線領域で示す発光領域が個々の発光素子1のサイズに比べて格段に大きくなり、画面全体が発光して美観に優れた画像表示が実現される。上記のような反射ミラー4やハーフミラー5を設けず光拡散機能を付与しない場合には、図3に示すように発光領域は発光素子1の大きさに限られ、発光素子1の配列ピッチに比べて小さいことから、発光素子1のみが輝点として目立ってしまい、美観を損ねる結果となる。

【0014】上記のように反射ミラー4とハーフミラー5の組み合わせで発光素子1の光を拡大する場合、ハーフミラー5の反射率、透過率を調整することにより画素サイズを自由に設定することも可能である。例えば、ハーフミラー5の反射率を小（透過率は大）とすると、少ない反射回数で大部分の光がハーフミラー5を透過し、ハーフミラー5を透過する透過光分布は図4に示すように狭くなり、画素サイズは小さくなる。逆に、ハーフミラー5の反射率を大（透過率是小）とすると、反射を繰り返す光の量が多くなり、ハーフミラー5を透過する透過光分布は図5に示すように広くなり、画素サイズは大きくなる。

【0015】また、図6に示すように、上記ハーフミラー5に凹凸を設けることにより、このハーフミラー5を透過する光の方向性を制御することも可能である。例えば、封止材3の表面にテクスチャを施し、この上に形成されるハーフミラー5に光が垂直方向に出やすいような凹凸を付与することにより、光放射方向が画面に対して垂直方向になり、画面正面からの視認性が大幅に改善さ

れる。

【0016】上記テクスチャは必ずしもランダムなテクスチャでなくてもよく、例えば発光素子1の形状などに起因して特定の方向に強く光が出る場合には、光放射方向の特徴を把握してこれをキャンセルするような周期性を持ったテクスチャを付与することも可能である。図7は、このような例を示すものである。この例では、発光素子1は、一方向が収束する先細り形状（例えば円錐形状や多角錐形状）となっており、その底面から光が取り出されるが、図中斜線領域の光が強く出る。そこで、この斜線領域に対応して、散乱しやすい領域5aをテクスチャにより形成すれば、あるいは反射率の高い領域5aを形成すれば、ハーフミラー5を透過する光の強度を均一化することができ、また発光素子1の形状などに起因する光放射方向特性を改善し視野角に対する均一性を向上することができる。

【0017】以上の例では、反射ミラーとハーフミラーの組み合わせにより封止材に光拡散機能を付与するようにしたが、これに限らず種々の方法により光拡散機能を付与することが可能である。図8は、封止材3に拡散ビーズ6を分散し、光拡散機能を付与した例を示すものである。拡散ビーズ6は、封止材3とは屈折率の異なる微小粒子であり、その形状は球形、もしくはそれに順ずる形状である。勿論、他の形状であってもよい。かかる拡散ビーズ6を封止材3に分散しておくと、図9に示すように、発光素子1から取り出された光は、拡散ビーズ6によって乱反射され、封止材3を透過した後は、光強度が均一化される。その結果、発光素子1の形状などに起因する光放射方向特性が改善され、視野角に対する均一性が向上する。

【0018】図10は、封止材にフォトニック結晶の原理を応用し、光拡散機能を付与した例を示すものである。周期的な屈折率の分布をもたせた場合、この周期性を有する方向に当該周期性で決まる特定範囲の波長の光が伝搬できない。これがフォトニック結晶の原理である。例えば、単なる拡散ビーズではなく、屈折率の大きな封止材に対してサブミクロンオーダーの気泡（屈折率1）7を周期的に形成すれば、フォトニック結晶的な性質が出現し、単なる拡散・散乱ではなく、横方向の光も取り出すことができ、光の取り出し効率そのものが向上する。また、封止材と屈折率の異なる微粒子などを周期的に分散してもフォトニック結晶的な性質を得ることができる。勿論、これらに限らず、屈折率（誘電率）が大きく異なる2種類の透明な媒質を光波長程度の周期で規則正しく配置してフォトニック結晶としての性質を発現するものであれば如何なるものであってもよい。

【0019】フォトニック結晶を利用して発光デバイスの発光効率、光取り出し効率を向上させるという技術は、既に各方面で研究されているが、これらはいずれも発光素子そのもの、すなわち半導体自体に三角格子状に

穴をあけるなどの穴あけ加工を施し、フォトニック結晶とするというのが通常である。この場合、穴をあけた部分の半導体が無駄になる。本例は、発光素子1を被覆する封止材をフォトニック結晶とし、発光効率、光取り出し効率を向上するものであり、高価な半導体が無駄にすることがなく、これまでにない新規な発想に基づくものである。

【0020】上記のように、封止材に光拡散機能を付与することにより、発光する領域を画素ピッチと同程度の大きさとするのが可能であるが、さらにこれを発展させて、例えば3原色を混色することも可能である。これは、従来の表示装置では実現することのできない技術であり、ディスプレイとしては理想的である。図11は、封止材10に設けられた反射ミラー11及びハーフミラー12を用いて3原色を混色する例を示すものである。この例では、赤色発光素子13、緑色発光素子14、青色発光素子15が順次配列されており、反射ミラー11にはこれら発光素子に対応して開口部11A、11B、11Cが設けられている。ハーフミラー12には、画素内においてはこのような開口部は設けられておらず、連続的に形成されているが、画素毎に開口部12Aが設けられており、画素間の混色を防ぐように構成されている。このような構成を採用した場合、各発光素子13、14、15から取り出された光は、反射ミラー11及びハーフミラー12によって反射を繰り返して、発光領域がそれぞれ面内方向に拡大される。その結果、R、G、Bの3原色が混色された領域が1つの画素として発現し、理想的な表示が実現される。

【0021】以上のような構成は、発光素子を拡大転写により離間して配列した表示装置などに適用することができる。そこで、二段階拡大転写法を例にして、これに応用して製造される表示装置について説明する。本例では、まず、高集積度をもって第一基板上に作成された素子を第一基板上で素子が配列された状態よりは離間した状態となるように一時保持用部材に転写し、次いで一時保持用部材に保持された前記素子をさらに離間して第二基板上に転写する二段階の拡大転写を行う。なお、本例では転写を2段階としているが、素子を離間して配置する拡大度に応じて転写を三段階やそれ以上の多段階とすることもできる。

【0022】図12は二段階拡大転写法の基本的な工程を示す図である。まず、図12の(a)に示す第一基板20上に、例えば発光素子のような素子22を密に形成する。素子を密に形成することで、各基板当たりに生成される素子の数を多くすることができ、製品コストを下げることができる。第一基板20は例えば半導体ウエハ、ガラス基板、石英ガラス基板、サファイア基板、プラスチック基板などの種々素子形成可能な基板であるが、各素子22は第一基板20上に直接形成したものであっても良く、他の基板上で形成されたものを配列したもので

あっても良い。

【0023】次に図12の(b)に示すように、第一基板20から各素子22が図中破線で示す一時保持用部材21に転写され、この一時保持用部材21の上に各素子22が保持される。ここで隣接する素子22は離間され、図示のようにマトリクス状に配される。すなわち素子22はx方向にもそれぞれ素子の間を広げるように転写されるが、x方向に垂直なy方向にもそれぞれ素子の間を広げるように転写される。このとき離間される距離は、特に限定されず、一例として後続の工程での樹脂形成や電極パッドの形成を考慮した距離とすることができる。一時保持用部材21上に第一基板20から転写した際に第一基板20上の全部の素子が離間されて転写されるようにすることができる。この場合には、一時保持用部材21のサイズはマトリクス状に配された素子12の数(x方向、y方向にそれぞれ)に離間した距離を乗じたサイズ以上であれば良い。また、一時保持用部材21上に第一基板20上の一部の素子が離間されて転写されるようにすることも可能である。

【0024】このような第一転写工程の後、図12の(c)に示すように、一時保持用部材21上に存在する素子22は離間されていることから、各素子22毎に素子周りの樹脂の被覆と電極パッドの形成が行われる。素子周りの樹脂の被覆は電極パッドを形成し易くし、次の第二転写工程での取り扱いを容易にするなどのために形成される。電極パッドの形成は、後述するように、最終的な配線が続く第二転写工程の後に行われるため、その際に配線不良が生じないように比較的大き目のサイズに形成されるものである。なお、図12の(c)には電極パッドは図示していない。各素子22の周りを樹脂23が覆うことで樹脂形成チップ24(本発明の表示素子に相当する。)が形成される。素子22は平面上、樹脂形成チップ24の略中央に位置するが、一方の辺や角側に偏った位置に存在するものであっても良い。

【0025】次に、図12の(d)に示すように、第二転写工程が行われる。この第二転写工程では一時保持用部材21上でマトリクス状に配される素子22が樹脂形成チップ24ごと更に離間するように第二基板25上に転写される。

【0026】第二転写工程においても、隣接する素子22は樹脂形成チップ24ごと離間され、図示のようにマトリクス状に配される。すなわち素子22はx方向にもそれぞれ素子の間を広げるように転写されるが、x方向に垂直なy方向にもそれぞれ素子の間を広げるように転写される。第二転写工程によって配置された素子の位置が画像表示装置などの最終製品の画素に対応する位置であるとすると、当初の素子22間のピッチの略整数倍が第二転写工程によって配置された素子22のピッチとなる。ここで第一基板20から一時保持用部材21での離間したピッチの拡大率をnとし、一時保持用部材21か

ら第二基板25での離間したピッチの拡大率をmとすると、略整数倍の値Eは $E = n \times m$ であらわされる。

【0027】第二基板25上に樹脂形成チップ24ごと離間された各素子22には、配線が施される。この時、先に形成した電極パッド等を利用して接続不良を極力抑えながらの配線がなされる。この配線は例えば素子22が発光ダイオードなどの発光素子の場合には、p電極、n電極への配線を含み、液晶制御素子の場合には、選択信号線、電圧線や、配向電極膜などの配線等を含む。

【0028】図12に示した二段階拡大転写法においては、第一転写後の離間したスペースを利用して電極パッドや樹脂固めなどを行うことができ、そして第二転写後に配線が施されるが、先に形成した電極パッド等を利用して接続不良を極力抑えながらの配線がなされる。従って、画像表示装置の歩留まりを向上させることができる。また、本例の二段階拡大転写法においては、素子間の距離を離間する工程が2工程であり、このような素子間の距離を離間する複数工程の拡大転写を行うことで、実際は転写回数が減ることになる。すなわち、例えば、ここで第一基板20から一時保持用部材21での離間したピッチの拡大率を2($n=2$)とし、一時保持用部材21から第二基板25での離間したピッチの拡大率を2($m=2$)とすると、仮に一度の転写で拡大した範囲に転写しようとしたときでは、最終拡大率が 2×2 の4倍で、その二乗の16回の転写すなわち第一基板のアライメントを16回行う必要が生ずるが、本例の二段階拡大転写法では、アライメントの回数は第一転写工程での拡大率2の二乗の4回と第二転写工程での拡大率2の二乗の4回を単純に加えただけの計8回で済むことになる。即ち、同じ転写倍率を意図する場合においては、 $(n+m)^2 = n^2 + 2nm + m^2$ であることから、必ず $2nm$ 回だけ転写回数を減らすことができることになる。従って、製造工程も回数分だけ時間や経費の節約となり、特に拡大率の大きい場合に有益となる。

【0029】次に、上記二段階拡大転写法において表示素子として用いられる樹脂形成チップ24について説明する。この樹脂形成チップ24は、図13及び図14に示すように、樹脂形成チップ24は略平板状でその主たる面が略正方形とされている。この樹脂形成チップ24の形状は樹脂23を固めて形成された形状であり、具体的には未硬化の樹脂を各素子22を含むように全面に塗布し、これを硬化した後で縁の部分をダイシング等で切断することで得られる形状である。

【0030】略平板状の樹脂23の表面側と裏面側にはそれぞれ電極パッド26、27が形成される。これら電極パッド26、27の形成は全面に電極パッド26、27の材料となる金属層や多結晶シリコン層などの導電層を形成し、フォトリソグラフィ技術により所要の電極形状にパターンニングすることで形成される。これら電極パッド26、27は発光素子である素子22のp電極

とn電極にそれぞれ接続するように形成されており、必要な場合には樹脂23にビアホールなどが形成される。

【0031】ここで電極パッド26、27は樹脂形成チップ24の表面側と裏面側にそれぞれ形成されているが、一方の面に両方の電極パッドを形成することも可能である。電極パッド26、27の位置が平板上ずれているのは、最終的な配線形成時に上側からコンタクトをとっても重ならないようにするためである。電極パッド26、27の形状も正方形に限定されず他の形状としても良い。

【0032】このような樹脂形成チップ24を構成することで、素子22の周りが樹脂23で被覆され平坦化によって精度良く電極パッド26、27を形成できるとともに素子22に比べて広い領域に電極パッド26、27を延在でき、次の第二転写工程での転写を吸着治具で進める場合には取り扱いが容易になる。後述するように、最終的な配線が続く第二転写工程の後に行われるため、比較的大き目のサイズの電極パッド26、27を利用した配線を行うことで、配線不良が未然に防止される。

【0033】次に、上記二段階拡大転写法で使用される素子の一例としての発光素子の構造を図15に示す。図15の(a)が素子断面図であり、図15の(b)が平面図である。この発光素子はGaN系の発光ダイオードであり、たとえばサファイア基板上に結晶成長される素子である。このようなGaN系の発光ダイオードでは、基板を透過するレーザ照射によってレーザアブレーションが生じ、GaNの窒素が気化する現象にともなってサファイア基板とGaN系の成長層との間の界面で膜剥がれが生じ、素子分離を容易なものにできる特徴を有している。

【0034】まず、その構造については、GaN系半導体層からなる下地成長層31上に選択成長された六角錐形状のGaN層32が形成されている。なお、下地成長層31上には図示しない絶縁膜が存在し、六角錐形状のGaN層32はその絶縁膜を開口した部分にMOCVD法などによって形成される。このGaN層32は、成長時に使用されるサファイア基板の主面をC面とした場合にS面(1-101面)で覆われたピラミッド型の成長層であり、シリコンをドーパさせた領域である。このGaN層32の傾斜したS面の部分はダブルヘテロ構造のクラッドとして機能する。GaN層32の傾斜したS面を覆うように活性層であるInGaN層33が形成されており、その外側にマグネシウムドーパのGaN層34が形成される。このマグネシウムドーパのGaN層34もクラッドとして機能する。

【0035】このような発光ダイオードには、p電極35とn電極36が形成されている。p電極35はマグネシウムドーパのGaN層34上に形成されるNi/Pt/AuまたはNi(Pd)/Pt/Auなどの金属材料を蒸着して形成される。n電極36は前述の図示しない

絶縁膜を開口した部分でTi/Al/Pt/Auなどの金属材料を蒸着して形成される。なお、下地成長層31の裏面側からn電極取り出しを行う場合は、n電極36の形成は下地成長層31の表面側には不要となる。

【0036】このような構造のGaN系の発光ダイオードは、青色発光も可能な素子であって、特にレーザアブレーションによって比較的簡単にサファイア基板から剥離することができ、レーザビームを選択的に照射することで選択的な剥離が実現される。なお、GaN系の発光ダイオードとしては、平板上や帯状に活性層が形成される構造であっても良く、上端部にC面が形成された角錐構造のものであっても良い。また、他の窒化物系発光素子や化合物半導体素子などであっても良い。

【0037】次に、図16から図22までを参照しながら、図12に示す発光素子の配列方法の具体的手法について説明する。まず、図16に示すように、第一基板41の主面上には複数の発光ダイオード42がマトリクス状に形成されている。発光ダイオード42の大きさは約20μm程度とすることができる。第一基板41の構成材料としてはサファイア基板などのように光ダイオード42に照射するレーザの波長の透過率の高い材料が用いられる。発光ダイオード42にはp電極などまでは形成されているが最終的な配線は未だなされておらず、素子間分離の溝42gが形成されていて、個々の発光ダイオード42は分離できる状態にある。この溝42gの形成は例えば反応性イオンエッチングで行う。このような第一基板41を一時保持用部材43に対峙させて図16に示すように選択的な転写を行う。

【0038】一時保持用部材43の第一基板41に対峙する面には剥離層44と接着剤層45が2層になって形成されている。ここで一時保持用部材43の例としては、ガラス基板、石英ガラス基板、プラスチック基板などを用いることができ、一時保持用部材43上の剥離層44の例としては、フッ素コート、シリコン樹脂、水溶性接着剤(例えばポリビニルアルコール:PVA)、ポリイミドなどを用いることができる。また一時保持用部材43の接着剤層45としては紫外線(UV)硬化型接着剤、熱硬化性接着剤、熱可塑性接着剤のいずれかからなる層を用いることができる。一例としては、一時保持用部材43として石英ガラス基板を用い、剥離層44としてポリイミド膜4μmを形成後、接着剤層45としてのUV硬化型接着剤を約20μm厚で塗布する。

【0039】一時保持用部材43の接着剤層45は、硬化した領域45sと未硬化領域45yが混在するように調整され、未硬化領域45yに選択転写にかかる発光ダイオード42が位置するように位置合わせされる。硬化した領域45sと未硬化領域45yが混在するような調整は、例えばUV硬化型接着剤を露光機にて選択的に200μmピッチでUV露光し、発光ダイオード42を転写するところは未硬化でそれ以外は硬化させてある状態

にすればよい。このようなアライメントの後、転写対象位置の発光ダイオード42に対しレーザを第一基板41の裏面から照射し、当該発光ダイオード42を第一基板41からレーザアブレーションを利用して剥離する。Ga_{0.4}N_{0.6}系の発光ダイオード42はサファイアとの界面で金属のGaと窒素に分解することから、比較的簡単に剥離できる。照射するレーザとしてはエキシマレーザ、高調波YAGレーザなどが用いられる。

【0040】このレーザアブレーションを利用した剥離によって、選択照射にかかる発光ダイオード42はGa_{0.4}N_{0.6}層と第一基板41の界面で分離し、反対側の接着剤層45にp電極部分を突き刺すようにして転写される。他のレーザが照射されない領域の発光ダイオード42については、対応する接着剤層45の部分が硬化した領域sであり、レーザも照射されていないために、一時保持用部材43側に転写されることはない。なお、図16では1つの発光ダイオード42だけが選択的にレーザ照射されているが、nピッチ分だけ離間した領域においても同様に発光ダイオード42はレーザ照射されているものとする。このような選択的な転写によっては発光ダイオード42第一基板41上に配列されている時よりも離間して一時保持用部材43上に配列される。

【0041】発光ダイオード42は一時保持用部材43の接着剤層45に保持された状態で、発光ダイオード42の裏面がn電極側(カソード電極側)になっていて、発光ダイオード42の裏面には樹脂(接着剤)がないように除去、洗浄されているため、図17に示すように電極パッド46を形成すれば、電極パッド46は発光ダイオード42の裏面と電気的に接続される。

【0042】接着剤層45の洗浄の例としては酸素プラズマで接着剤用樹脂をエッチング、UVオゾン照射にて洗浄する。かつ、レーザにてGa_{0.4}N_{0.6}系発光ダイオードをサファイア基板からなる第一基板41から剥離したときには、その剥離面にGaが析出しているため、そのGaをエッチングすることが必要であり、NaOH水溶液もしくは希硝酸で行うことになる。その後、電極パッド46をパターニングする。このときのカソード側の電極パッドは約60μm角とすることができる。電極パッド46としては透明電極(ITO、ZnO系など)もしくはTi/Al/Pt/Auなどの材料を用いる。透明電極の場合は発光ダイオードの裏面を大きく覆っても発光をさえぎることがないので、パターニング精度が粗く、大きな電極形成ができ、パターニングプロセスが容易になる。

【0043】上記電極パッド46の形成の後、ダイシングプロセスにより発光ダイオード42毎に硬化した接着剤層45を分断し、各発光ダイオード42に対応した樹脂形成チップとする。ここで、ダイシングプロセスは、機械的手段を用いたダイシング、あるいはレーザビームを用いたレーザダイシングにより行う。ダイシングによ

る切り込み幅は画像表示装置の画素内の接着剤層45で覆われた発光ダイオード42の大きさに依存するが、例えば20μm以下の幅の狭い切り込みが必要なときには、上記レーザビームを用いたレーザによる加工を行うことが必要である。このとき、レーザビームとしては、エキシマレーザ、高調波YAGレーザ、炭酸ガスレーザなどを用いることができる。

【0044】図18は一時保持用部材43から発光ダイオード42を第二の一時保持用部材47に転写して、アノード電極(p電極)側のビアホール50を形成した後、アノード側電極パッド49を形成し、樹脂からなる接着剤層45をダイシングした状態を示している。このダイシングの結果、素子分離溝51が形成され、発光ダイオード42は素子ごとに区分けされたものになる。素子分離溝51はマトリクス状の各発光ダイオード42を分離するため、平面パターンとしては縦横に延長された複数の平行線からなる。素子分離溝51の底部では第二の一時保持用部材47の表面が臨む。第二の一時保持用部材47は、一例としてプラスチック基板にUV粘着材が塗布してある、いわゆるダイシングシートであり、UVが照射されると粘着力が低下するものを利用できる。

【0045】なお、上記転写の際には、剥離層44を形成した一時保持部材43の裏面からエキシマレーザを照射する。これにより、例えば剥離層44としてポリイミドを形成した場合には、ポリイミドのアブレーションにより剥離が発生して、各発光ダイオード42は第二の一時保持部材47側に転写される。さらに、上記アノード電極パッド49の形成プロセスの例としては、接着剤層45の表面を酸素プラズマで発光ダイオード42表面のp電極が露出してくるまでエッチングする。ビアホール50の形成はエキシマレーザ、高調波YAGレーザ、炭酸ガスレーザを用いることができる。このとき、ビアホールは約3~7μmの径を開けることになる。アノード側電極パッド49はNi/Pt/Auなどで形成する。

【0046】次に、機械的手段を用いて発光ダイオード42が第二の一時保持用部材47から剥離される。このとき、第二の一時保持用部材47上には剥離層48が形成されている。この剥離層48は例えばフッ素コート、シリコン樹脂、水溶性接着剤(例えばPVA)、ポリイミドなどを用いて作成することができる。このような剥離層48を形成した一時保持部材47の裏面から例えばYAG第3高調波レーザを照射する。これにより、例えば剥離層48としてポリイミドを形成した場合には、ポリイミドと石英基板の界面でポリイミドのアブレーションにより剥離が発生して、各発光ダイオード42は第二の一時保持部材47から上記機械的手段により容易に剥離可能となる。

【0047】図19は、第二の一時保持用部材47上に配列している発光ダイオード42を吸着装置53でピックアップするところを示した図である。このときの吸着

孔55は画像表示装置の画素ピッチにマトリクス状に開口していて、発光ダイオード42を多数個、一括で吸着できるようになっている。このときの開口径は、例えば約 $\phi 100\mu\text{m}$ で $600\mu\text{m}$ ピッチのマトリクス状に開口されて、一括で約300個を吸着できる。このときの吸着孔55の部材は例えば、Ni電鍍により作製したもの、もしくはステンレス(SUS)などの金属板52をエッチングで穴加工したものが使用され、金属板52の吸着孔55の奥には、吸着チャンバ54が形成されており、この吸着チャンバ54を負圧に制御することで発光ダイオード42の吸着が可能になる。発光ダイオード42はこの段階で樹脂43で覆われており、その上面は略平坦化されており、このために吸着装置53による選択的な吸着を容易に進めることができる。

【0048】図20は発光ダイオード42を第二基板60に転写するところを示した図である。第二基板60に装着する際に第二基板60にあらかじめ接着剤層56が塗布されており、その発光ダイオード42下面の接着剤層56を硬化させ、発光ダイオード42を第二基板60に固着して配列させることができる。この装着時には、吸着装置53の吸着チャンバ54が圧力の高い状態となり、吸着装置53と発光ダイオード42との吸着による結合状態は解放される。

【0049】接着剤層56はUV硬化型接着剤、熱硬化性接着剤、熱可塑性接着剤などによって構成することができる。ここで、この接着剤層56が上記発光ダイオード42の表面を覆う封止材となるので、当該接着剤層56に先に述べたような光拡散機能を付与する。例えば、この接着剤層56に拡散ビーズを分散する。または、接着剤層56に気泡を周期的に形成する。あるいは、反射ミラーとハーフミラーとを組み合わせて形成する。

【0050】発光ダイオード42が配置される位置は、一時保持用部材43、47上での配列よりも離間したものとなる。そのとき接着剤層56の樹脂を硬化させるエネルギー(ビーム73)は第二基板60の裏面から供給される。UV硬化型接着剤の場合はUV照射装置にて、熱硬化性接着剤の場合はレーザにて発光ダイオード42の下面のみ硬化させ、熱可塑性接着剤場合は、同様にレーザ照射にて接着剤を溶融させ接着を行う。

【0051】また、第二基板60上にシャドウマスクとしても機能する電極層57を配設し、特に電極層57の画面側の表面すなわち当該表示装置を見る人がいる側の面に黒クロム層58を形成する。このようにすることで画像のコントラストを向上させることができると共に、黒クロム層58でのエネルギー吸収率を高くして、選択的に照射されるビーム73によって接着剤層56が早く硬化するようにすることができる。この転写時のUV照射としては、UV硬化型接着剤の場合は約 $1000\text{mJ}/\text{cm}^2$ を照射する。

【0052】図21はRGBの3色の発光ダイオード4

2、61、62を第二基板60に配列させ絶縁層59を塗布した状態を示す図である。図19および図20で用いた吸着装置53をそのまま使用して、第二基板60にマウントする位置をその色の位置にずらすだけでマウントすると、画素としてのピッチは一定のまま3色からなる画素を形成できる。絶縁層59としては透明エポキシ接着剤、UV硬化型接着剤、ポリイミドなどを用いることができる。3色の発光ダイオード42、61、62は必ずしも同じ形状でなくとも良い。図21では赤色の発光ダイオード61が六角錐のGaIn層を有しない構造とされ、他の発光ダイオード42、62とその形状が異なっているが、この段階では各発光ダイオード42、61、62は既に樹脂形成チップとして樹脂43で覆われており、素子構造の違いにもかかわらず同一の取り扱いが実現される。

【0053】次に、図22に示すように、発光ダイオード42の電極パッド46、49や第二基板60上の電極層57に対応して、これらを電氣的に接続するために開口部(ビアホール)65、66、67、68、69、70を形成し、さらに配線を形成する。この開口部の形成も例えばレーザビームを用いて行う。このときに形成する開口部すなわちビアホールは、発光ダイオード42、61、62の電極パッド46、49の面積を大きくしているので、ビアホール形状は大きく、ビアホールの位置精度も各発光ダイオードに直接形成するビアホールに比べて粗い精度で形成できる。例えば、このときのビアホールは約 $60\mu\text{m}$ 角の電極パッド46、49に対し、約 $\phi 20\mu\text{m}$ のものを形成できる。また、ビアホールHの深さは配線基板と接続するもの、アノード電極と接続するもの、カソード電極と接続するものの3種類の深さがあるので、形成に当たっては例えばレーザのパルス数でこれを制御し、最適な深さを開口する。

【0054】絶縁層59に開口部65、66、67、68、69、70を形成した後、発光ダイオード42、61、62のアノード、カソードの電極パッドと第二基板60の配線用の電極層57を接続する配線63、64、71を形成する。その後、保護層を配線上に形成し、画像表示装置のパネルは完成する。このときの保護層は図20の絶縁層59と同様、透明エポキシ接着剤などの材料が使用できる。この保護層は加熱硬化し配線を完全に覆う。この後、パネル端部の配線からドライバーICを接続して駆動パネルを製作することになる。

【0055】上述のような発光素子の配列方法においては、一時保持用部材43に発光ダイオード42を保持させた時点で既に、素子間の距離が大きくなり、その広がった間隔を利用して比較的サイズの電極パッド46、49などを設けることが可能となる。それら比較的サイズの大きな電極パッド46、49を利用した配線が行われるために、素子サイズに比較して最終的な装置のサイズが著しく大きな場合であっても容易に配線を形成でき

る。また、本例の発光素子の配列方法では、発光ダイオード42の周囲が硬化した接着剤層45で被覆され平坦化によって精度良く電極パッド46、49を形成できるとともに素子に比べて広い領域に電極パッド46、49を延在でき、次の第二転写工程での転写を吸着治具で進める場合には取り扱いが容易になる。

【0056】以上により作製される表示装置では、発光ダイオード42が離間して配列され、それ自体の大きさよりも配列ピッチの方が大きい。そこで、発光ダイオード42を覆う最表面の封止材、すなわち接着剤層56に光拡散機能を付与して発光領域を拡大し、表示品質を向上する。図23は、上記接着剤層56の発光ダイオード42に近い位置に開口部81aを有する反射ミラー81を、また接着剤層56の第二基板60側の表面にハーフミラー82を形成した例を示す。発光ダイオード42から発せられた光は、ハーフミラー82での透過及び反射を繰り返して、面内方向に拡大される。なお、ここでは反射ミラー81とハーフミラー82の組み合わせとしたが、接着剤層56に例えば図8に示すような拡散ビーズを分散して発光領域を拡大するようにしてもよいし、図10に示すような周期性を持った気泡を形成し、フォトリソグラフィ結晶の原理を応用して発光領域を拡大するようにしてもよい。

【0057】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明においては、発光素子を覆う封止材に光拡散機能を付与しているため、発光素子の発光領域を例えば配列ピッチと同程度に拡大することが可能であり、美観に優れた表示が可能な表示装置を提供することが可能である。また、本発明によれば、発光素子の形状に起因する光放射特性を緩和することが可能で、視野角に対する均一性を向上することが可能であり、さらには、光取り出し効率を向上すること、画素の大きさを自由に設定することなどが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】反射ミラーとハーフミラーの組み合わせにより光拡散機能を付与した例を示す模式図である。

【図2】光拡散機能を付与した場合の発光領域を示す模式図である。

【図3】光拡散機能を付与しない場合の発光領域を示す模式図である。

【図4】ハーフミラーの反射率を小（透過率を大）としたときの光強度の分布を示す模式図である。

【図5】ハーフミラーの反射率を大（透過率を小）としたときの光強度の分布を示す模式図である。

【図6】ハーフミラーに凹凸を形成した例を示す模式図である。

【図7】ハーフミラーに凹凸を形成した他の例を示す模式図である。

【図8】封止材に拡散ビーズを分散した例を示す模式図である。

【図9】拡散ビーズによる光の拡散状態を示す模式図である。

【図10】封止材に気泡を形成した例を示す模式図である。

【図11】3原色を混色する例を示す模式図である。

【図12】素子の配列方法を示す模式図である。

【図13】樹脂形成チップの概略斜視図である。

【図14】樹脂形成チップの概略平面図である。

【図15】発光素子の一例を示す図であって、(a)は断面図、(b)は平面図である。

【図16】第一転写工程を示す概略断面図である。

【図17】電極パッド形成工程を示す概略断面図である。

【図18】第二の一時保持用部材への転写後の電極パッド形成工程及びダイシング工程を示す概略断面図である。

【図19】吸着工程を示す概略断面図である。

【図20】第二転写工程を示す概略断面図である。

【図21】絶縁層の形成工程を示す概略断面図である。

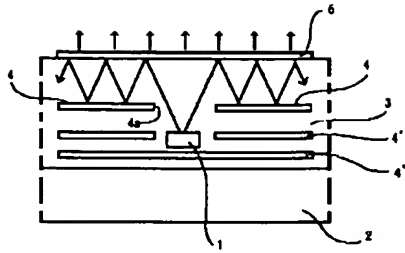
【図22】配線形成工程を示す概略断面図である。

【図23】二段階拡大転写により作製された表示装置に反射ミラー及びハーフミラーを形成した例を示す概略断面図である。

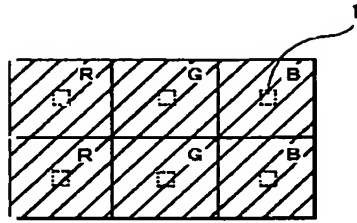
【符号の説明】

- 1 発光素子
- 3 封止材
- 4 反射ミラー
- 5 ハーフミラー
- 6 拡散ビーズ
- 7 気泡
- 42 発光ダイオード
- 56 接着剤層
- 81 反射ミラー
- 82 ハーフミラー

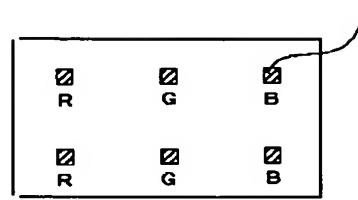
【図1】



【図2】

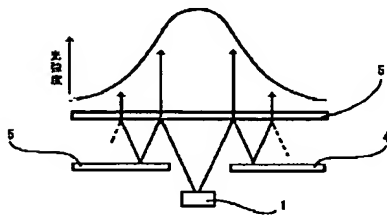


【図3】

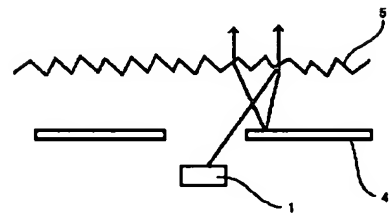
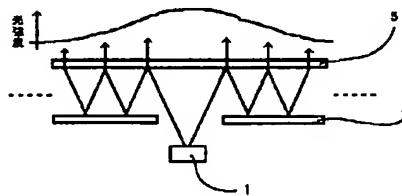


【図6】

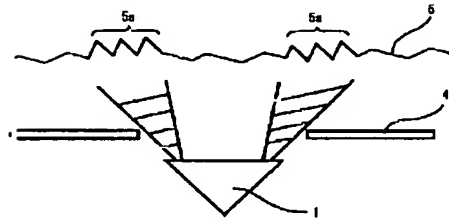
【図4】



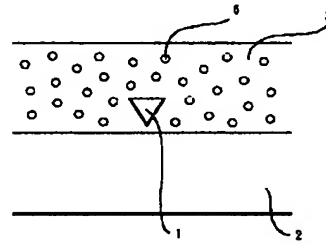
【図5】



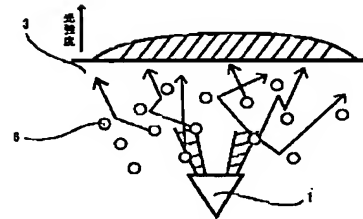
【図7】



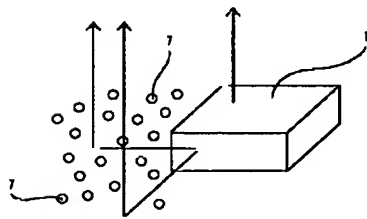
【図8】



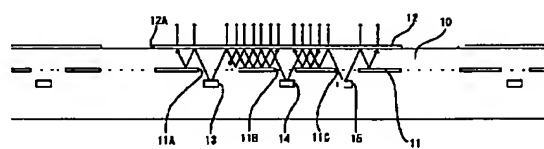
【図9】



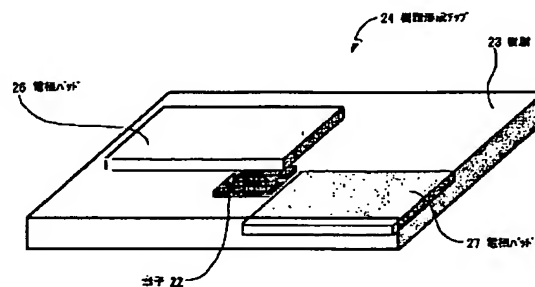
【図10】



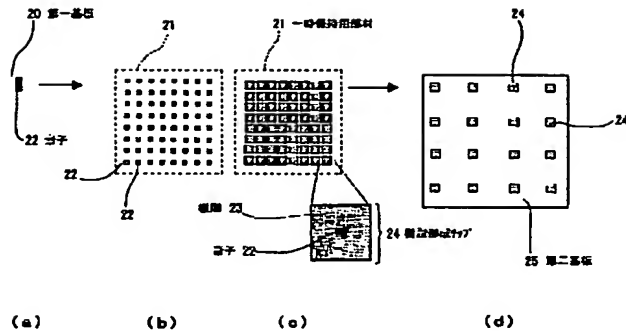
【図11】



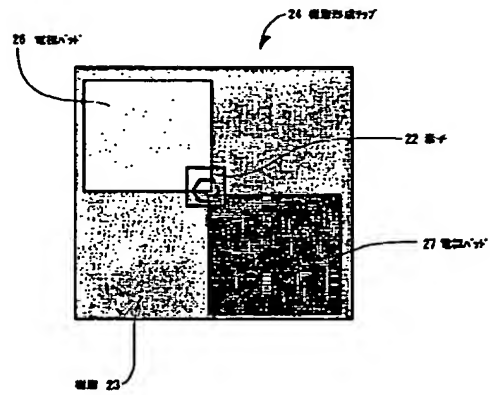
【図13】



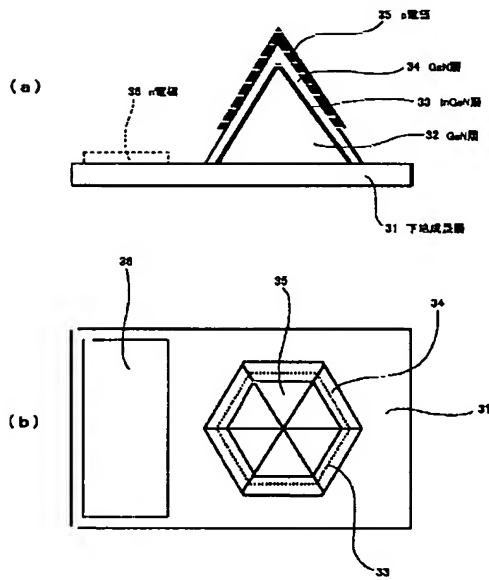
【図12】



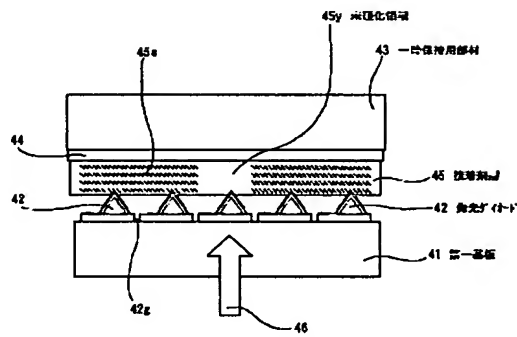
【図14】



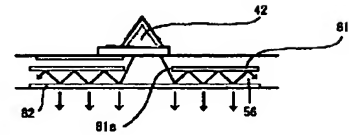
【図15】



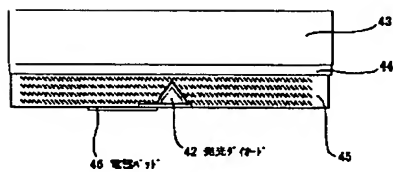
【図16】



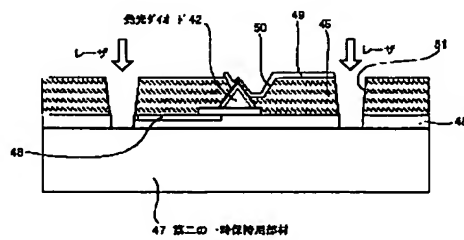
【図23】



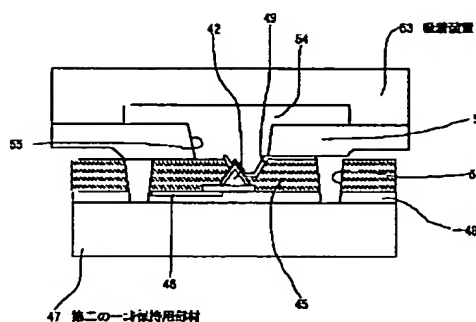
【図17】



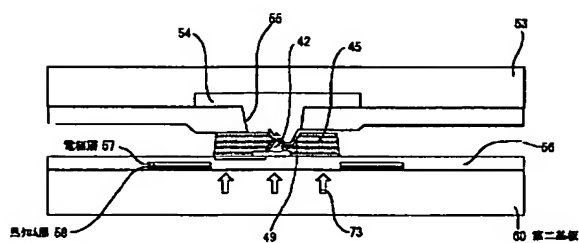
【図18】



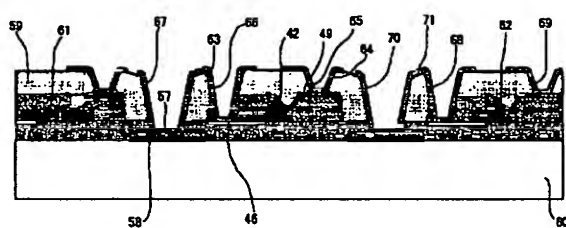
【☒19】



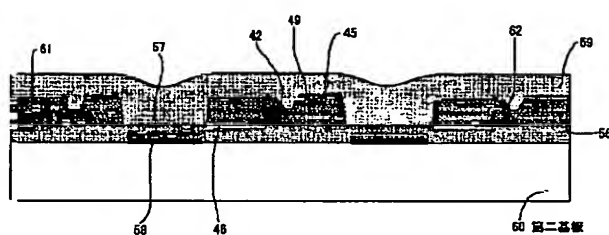
【図20】



【图22】



【図21】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C094 AA10 BA23 CA19 CA24 ED13
HA08
5F041 AA04 AA06 CA40 CA65 CA74
CA82 CA92 DA14 DA20 EE23
EE25 FF06
5G435 AA03 BB04 CC09 EE09 FF06
GG08 GG09 GG43 HH04 KK01
KK05 KK10

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**